SYNDICAT BELGE DES LOCOMOTIVES A VAPEUR
FRANCO

CHAUSSÉE DE HAL
NIVELLES
BELGIQUE

TÉLÉGR. : MÉTAL NIVELLES
TÉLÉPHONE : 22 NIVELLES

LIÉGE
GEORGES THONE, ÉDITEUR
1933

SYNDICAT BELGE DES LOCOMOTIVES A VAPEUR
FRANCO

CHAUSSÉE DE HAL
NIVELLES
BELGIQUE

TÉLÉGR. : MÉTAL NIVELLES
TÉLÉPHONE : 22 NIVELLES

LIÈGE
GEORGES THONE, ÉDITEUR
1933



La première locomotive Franco

La locomotive « FRANCO »

Préliminaires

Dans de nombreux cas, la locomotive actuelle ne répond plus aux exigences croissantes de la traction, soit qu'il s'agisse du service des voyageurs, soit du service des marchandises.

Lors d'une augmentation du trafic, on est amené à envisager des solutions très coûteuses, soit de premier établissement (remplacement des voies et des ponts), soit d'exploitation (double et triple traction).

On peut donc dire que le problème actuel de la traction n'est pas résolu. Il est vrai que la solution de la traction électrique peut être employée,

mais l électrification exige des capitaux énormes et ne peut se justifier que si l'on dispose d'un prix très bas de courant et si on doit faire face à un trafic intense et continu

On exprime en général le fait de l insuffisance de la locomotive actuelle en disant que celle-ci a atteint la limite de sa puissance. Cette expression demande un examen attentif

La puissance d'une locomotive s'exprime en effet par la formule

$$N = \frac{F\,V}{270}\,. \qquad (1)$$

N est la puissance effective en chevaux mesurée à la jante des roues.

F est l'effort de la traction en kilogrammes à la jante des roues.

V est la vitesse en kilomètres à l'heure.

Pour qu'une locomotive puisse développer une puissance N, il faut que le moteur dispose d'une quantité de vapeur suffisante. Nous avons donc également :

$$N = \frac{Q}{q} \qquad (2)$$

N étant encore la puissance en chevaux.

Q, la production horaire de vapeur de la chaudière.

q la consommation de vapeur par cheval

Examinons maintenant les termes qui entrent dans la relation 1 (2

A. — Effort de traction F

L effort de traction F comprend l'effort nécessaire à la jante pour vaincre les résistances de la locomotive et pour remorquer le train

Cet effort est limité par l adhérence.

Si R est la résistance du train et de la locomotive et P_a le poids adhérent en kilogrammes, il faut que :

$$R \leqslant \alpha\, P_a$$

α étant le coefficient d'adhérence.

Il faut aussi que

$$F \quad R \leqslant \alpha\, P_a$$

α varie généralement de 1 5 à 1/6

Considérons le service des trains à marchandises

Sans vouloir refaire l'historique de la locomotive, nous rappelons que jadis la plupart des locomotives à marchandises avaient 3 essieux couplés.



Aspect d'ensemble de la première locomotive Franco

Ces locomotives étant devenues insuffisantes, on a adopté successivement la locomotive à 4 essieux couplés pour en arriver enfin à la locomotive à 5 essieux couplés. C'est le type généralement adopté de nos jours sur les réseaux européens.

Si nous considérons maintenant le service à voyageurs, l'histoire de la locomotive a montré les mêmes progressions dans l'augmentation du poids adhérent.

En fait, on a créé des locomotives à grande vitesse à 4 essieux couplés, **mais l'augmentation de vitesse recherchée dans la locomotive à voyageurs amène à des chaudières plus puissantes et, de ce fait, plus lourdes.** Pour porter ces chaudières, la disposition des locomotives à voyageurs à 4 essieux couplés (Mikado ou Mountain) ne suffit plus. Nous pouvons donc conclure que nonobstant l'augmentation du poids par essieu utilisant au maximum la capacité de la voie et malgré l'augmentation du nombre d'essieux couplés, la pratique journalière démontre que, dans la plupart des cas, et particulièrement en rampe, les plus puissantes locomotives à marchan-

dises et à voyageurs ordinaires ne peuvent plus faire face aux exigences actuelles de la traction

Nous concluons de ce qui précède

Première conclusion. — *Pour disposer d'un effort de traction suffisant pour remorquer des charges compatibles avec les exigences actuelles du trafic, il faut, si l'on ne veut pas dépenser des capitaux énormes pour modifier les voies actuelles, disposer d'un nombre d'essieux, moteurs ou accouplés, plus considérables que dans la locomotive actuelle, et évidemment donner à la locomotive une puissance en rapport avec l accroissement du poids adhérent.*

B. — Puissance N

Nous avons :

$$N = \frac{Q}{q} \quad \begin{array}{l} \text{Production horaire de vapeur surchauffée ;} \\ \text{Quantité de vapeur surchauffée par cheval.} \end{array}$$

Examinons d'abord la production horaire de vapeur ·

Au fur et à mesure que les besoins de trafic augmentaient, il fallait rechercher des vaporisateurs plus forts, capables de fournir des quantités de plus en plus grandes de vapeur en correspondance avec l'accroissement du poids adhérent et de la vitesse.

La chaudière-locomotive, bien que constituant un engin merveilleux, arrive actuellement à la limite de sa puissance et de son développement.

Deux motifs s'opposent à l accroissement de la chaudière-locomotive actuelle.

a *L'alimentation en charbon de la locomotive.*

Pour être en mesure de desservir les plus puissantes locomotives actuelles, il faut demander au chauffeur un travail qui dépasse ses possibilités, parce qu'il s'agit non seulement de charger la grille, mais de soigner le feu, de décrasser et de conduire rationnellement la combustion ,

b) *La qualité de la surface de chauffe et l'influence de la vitesse des gaz.*

Le rapport $\frac{\Delta}{Sr}$ dans lequel Δ représente la section nette des tubes et Sr la surface de chauffe de la chaudière, tend à diminuer dans les locomotives Ceci indique que si nous voulons maintenir une vitesse raisonnable des gaz de la combustion dans les tubes et par conséquent une dépression raisonnable dans la boîte à fumée, en augmentant simplement les dimen-



Locomotive Franco aux cours des essais

sions de la chaudière ordinaire de la locomotive, la quantité de charbon que nous pouvons brûler par mètre carré de grille devient moindre.

Au contraire, l'augmentation du trafic impose un accroissement de puissance et par conséquent de charbon brûlé. Or, on est arrivé à une section limite du corps cylindrique et de la section de passage des gaz

Une augmentation ultérieure de la surface de chauffe obtenue par l'allongement des tubes est donc illusoire et entraîne une plus grande dépression dans la boîte à fumée.

On ne voit pas comment on pourrait encore, dans le cas de l'emploi de la chaudière normale, augmenter utilement la puissance de la chaudière.

On pourrait se demander si, par l'emploi d'un autre type de chaudière, on ne pourrait arriver à des productions de vapeur plus considérables

Tel n'est pas notre avis, et pour justifier notre façon de voir citons un passage de l'article de l'éminent ingénieur en chef, M. Paul Conte, dans son étude expérimentale sur la chaudière locomotive (*Revue des Chemins de fer* janvier et février 1923)

Examinant les diverses chaudières fixes et marines à tubes, d'eau et à tubes à fumée, à diverses allures de combustion, M. Conte a conclu sur la base de données expérimentales que **la supériorité de la chaudière locomotive sur les autres types de chaudières comme appareil de combustion est tout à fait remarquable.**

Nous pouvons donc conclure

Deuxième conclusion. — *Pour atteindre des puissances compatibles avec les exigences actuelles de la traction, il faut réaliser une chaudière locomotive d'un type semblable à celui existant, mais plus puissante et il faut aussi que le service de la grille soit pratiquement possible.*

On peut se demander maintenant si, pour une quantité de combustible donnée, la chaudière locomotive utilise convenablement les calories fournies.

Il suffit d observer que les gaz sortent du faisceau tubulaire d'une chaudière locomotive du type courant à une température très élevée et qu'une récupération de ces calories perdues serait désirable tout comme dans la chaudière fixe. Il est donc rationnel de chercher à réaliser cette récupération à côté de celle obtenue par l'utilisation d'une partie de la vapeur d'échappement. Ce dernier mode de récupération est déjà appliqué d'une façon courante aux locomotives modernes sur lesquelles cependant, le maximum de rendement ne peut être atteint par suite des exigences de poids et d encombrement. Il faut donc disposer d'un emplacement suffisant pour des appareils de récupération largement établis et d'un nombre d'essieux adéquats pour les supporter

Or c est surtout dans la locomotive à deux ou trois unités motrices que cette condition est réalisée.

On peut donc conclure

Troisième conclusion. — *Pour augmenter la puissance et le rendement des chaudières il y a lieu de rechercher un système de réchauffeur d'eau utilisant au maximum les calories contenues dans les gaz de la combustion et de la vapeur d'échappement.*

On peut également examiner le terme représentant la consommation de vapeur par cheval En effet, si nous diminuons cette consommation pour une production de vapeur donnée, la puissance de la locomotive augmente. De là, résultent les nouveaux types de locomotives à turbines et à haute pression.

La locomotive à turbines a fait l'objet de nombreux essais. La difficulté



Vue d ensemble d'une locomotive Franco de 3.000 chevaux

et l'encombrement de la condensation qui constitue une partie essentielle de ce genre de machine a dû être abandonné

La locomotive à haute pression présente des complications et est encore en pleine période d essai.

Donc, les solutions trouvées jusqu'à ce jour constituent des essais intéressants, mais coûteux, qui manquent de simplicité et ne présentent pas la sécurité nécessaire pour assurer un service aussi important que celui des voies d essai.

Ce n est donc pas là que nous croyons devoir rechercher les améliorations.

Cependant, dans la locomotive moderne, une diminution notable de la consommation de vapeur a été obtenue grâce aux dispositifs suivants

Le compoundage. — *Le compoundage a été abandonné sur de nombreux réseaux dans un but de simplicité et lors de l introduction de la surchauffe dans la pratique des locomotives Il est cependant indiscutable*

que grâce à l'emploi simultané du compoundage et de la surchauffe, des résultats remarquables ont été obtenus par plusieurs compagnies françaises au point de vue de la diminution de la consommation de vapeur par cheval indiqué.

On objectait contre le compoundage un accroissement de complication dans la locomotive.

Or comme nous le montrerons plus loin, cette complication disparaît dans le cas de la locomotive que nous décrivons ci-après

Au contraire le compoundage, dans le cas d'une locomotive à deux ou trois unités a comme avantage de supprimer des joints de vapeur rotules ou boîtes de dilatation) sous haute pression et de simplifier considérablement toute la tuyauterie.

L'élévation du timbre

Le timbre peut être porté à 20 kg et même plus, sans changer les principes de la chaudière.

Il est de fait que de cette augmentation de timbre combinée avec le compoundage, doit encore résulter une économie de vapeur.

L'élévation du degré de surchauffe

Dans tous les réseaux les ingénieurs cherchent à obtenir des températures de surchauffe voisines de 400°

L'emploi de distributions perfectionnées

Ces distributions permettent de prolonger les détentes dans les cylindres et de supprimer les étranglements nuisibles

Ces diverses améliorations ne présentent aucun caractère de complexité qui caractérise certains nouveaux types de locomotives Leur réalisation est entrée dans la pratique des moteurs ferroviaires

On peut donc conclure de ce qui précède

Quatrième conclusion. — *Dans la recherche de types nouveaux de locomotives en vue de satisfaire aux exigences du trafic il y a lieu de ne pas abandonner les principes de simplicité qui caractérisent actuellement les locomotives modernes.*

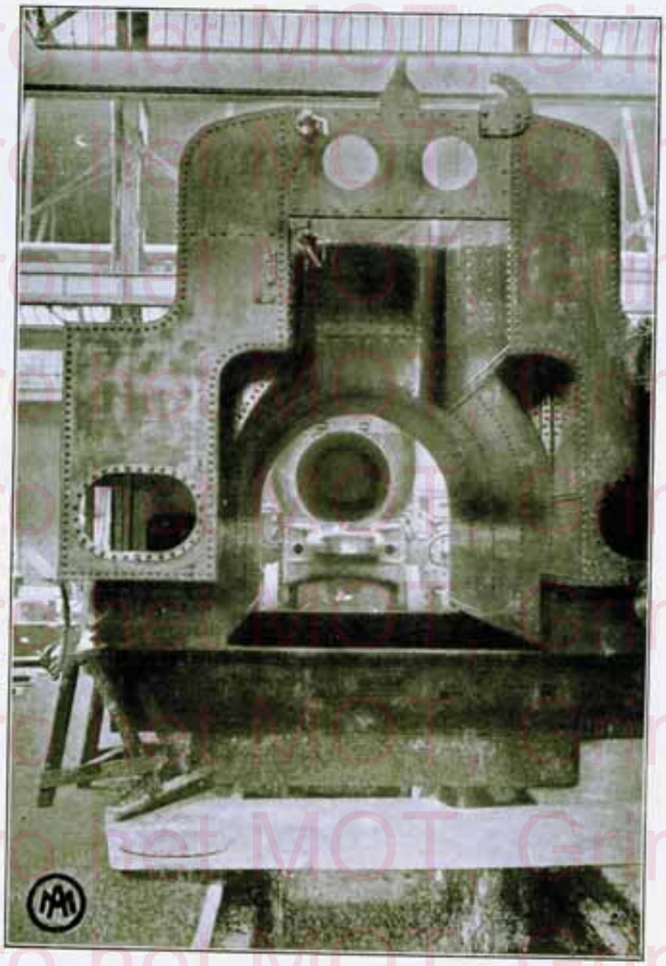
Il faut enfin rechercher une locomotive capable de produire un maximum de puissance par mètre carré de grille

Ceci suppose la réalisation d'une combustion intense résultant d'une

faible résistance dans le faisceau tubulaire et d'un tirage actif sans excès de contrepression de la vapeur à l'échappement.

On peut conclure

Cinquième conclusion. *Pour augmenter la puissance spécifique de la locomotive, il faut réduire au minimum la résistance à l'écoulement des gaz dans le faisceau tubulaire et munir la boîte à fumée d'un dispositif d'échappement de haut rendement.*



Soute à eau en montage
(Unité extrême)

La locomotive « FRANCO »

répond aux desiderata de notre exposé ci-dessus définis par nos conclusions de la manière suivante :

1° La locomotive Franco est une locomotive présentant un poids adhérent suffisant pour assurer la remorque des trains les plus lourds en envisageant l'augmentation du trafic, sans devoir modifier la superstructure des voies et remplacer ou renforcer les ouvrages d'art. La puissance n'est limitée, dans chaque application, que par la résistance des attelages ;

2° La locomotive Franco est munie d'une chaudière pouvant assurer des puissances horaires notablement supérieures à celles qu'on peut obtenir actuellement en Europe et en Amérique.

Le service de la grille sur ces locomotives est rendu possible par l'emploi simultané de 2 chauffeurs pouvant travailler indépendamment l'un de l'autre sans gêne réciproque ;

3° La locomotive Franco utilise au maximum les calories contenues dans les gaz de la combustion et les calories de vapeur d'échappement par des chaudières de réchauffage d'eau ;

4° La locomotive Franco présente la simplicité et la robustesse requises par les services ferroviaires.

Elle peut être à simple expansion ou compound avec l'avantage important que ce dernier système peut être réalisé, non seulement avec aucune complication, mais avec une simplification en ce qui concerne les organes de la transmission de la vapeur.

Elle est à haute surchauffe et peut être munie d'un système de distribution perfectionné facilement accessible. Enfin, elle permet aisément et sans augmentation exagérée de poids, du fait d'un diamètre assez réduit du corps cylindrique, des pressions de vapeur de 20 kg et même plus ;

5° La locomotive Franco, étant donné la faible longueur des faisceaux tubulaires du vaporisateur et la grande section de passage des tuyaux du réchauffage, présente une faible résistance à l'évacuation des produits de la combustion.



Une des chaudières de réchauffage utilisant les gaz chauds et la vapeur d'échappement

Description de la locomotive « FRANCO »

La locomotive Franco peut être à 2 ou 3 unités motrices. La chaudière Franco que nous décrivons ci-après peut s appliquer, même, à la locomotive ordinaire.

A. — Locomotive « FRANCO » à trois unités motrices

I *Description de la locomotive*
(Voir plan d'ensemble n° I)

Plan 1. Le châssis constituant l'unité motrice centrale porte le générateur de vapeur Ce générateur est à boîte à feu commune à deux corps cylin-

driques opposés contenant, tout comme dans la locomotive ordinaire, les tubes à fumée.

Les unités motrices extrêmes portent chacune un réchauffeur d'eau constitué par un corps cylindrique contenant des tubes à fumée et réchauffant l'eau d'alimentation à une température approchant de celle de la vaporisation à la pression de travail du générateur de vapeur.

Ces deux réchauffeurs utilisent les calories contenues dans les gaz de la combustion et qui, dans la locomotive ordinaire, se perdent presque entièrement par la cheminée.

Les trois châssis moteurs sont réunis entre eux par des accouplements articulés dont nous donnerons la description plus loin.

Les gaz chauds du générateur de vapeur passent aux réchauffeurs par des conduits articulés. Ces conduits articulés ont fait leurs preuves et la perte de calories constatée entre le générateur et les réchauffeurs est extrêmement réduite.

Les réchauffeurs contiennent dans la partie inférieure une série de tubes dans lesquels passent une partie de la vapeur d'échappement et qui constitue un réchauffeur d'eau à surface. Dans certains types ce réchauffeur est construit indépendant du réchauffeur à gaz de combustion. Rien n'empêche, dans ce cas, d'utiliser des réchauffeurs à mélange.

Dans le réchauffeur à vapeur d'échappement qui est largement conditionné, la température de l'eau d'alimentation est élevée normalement jusqu'à 100° centigrades et peut les dépasser.

Les gaz de la combustion sortent du générateur de vapeur et traversent les tubes à fumée qui constituent une surface de réchauffage complémentaire de l eau amenée déjà à 100° environ. La surface des tubes à fumée utilise donc les calories qui sont presque entièrement perdues dans la locomotive ordinaire et porte l'eau à une température voisine de celle de la vaporisation à la pression de travail du générateur de vapeur Ces réchauffeurs fonctionnent à la même pression que le générateur de vapeur et sont en libre communication avec lui au moyen de tuyauteries appropriées

Les réchauffeurs sont alimentés par deux pompes prenant l'eau des soutes installées sur les unités motrices extrêmes. Chacune de ces pompes peut, à elle seule, assurer l'alimentation de la locomotive.

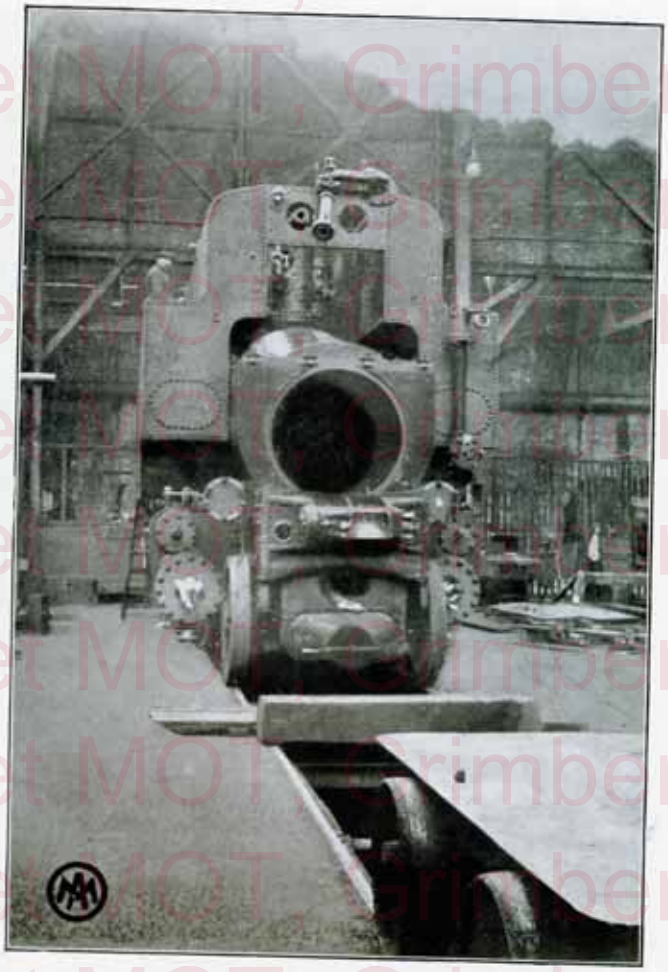
En fonctionnement normal une des pompes est en action et l'autre reste en réserve.

Le tirage est obtenu de la façon habituelle par l'aspiration des gaz de la combustion au moyen de la vapeur d'échappement non utilisée dans les réchauffeurs à vapeur.

La génératrice supérieure des corps cylindriques des réchauffeurs se trouve largement en dessous du plan d'eau normal du vaporisateur de sorte que les réchauffeurs fonctionnent toujours pleins d'eau. Ce niveau atteint la moitié de la hauteur des petits dômes.

Chaque fois qu'on introduit dans les réchauffeurs une quantité quelconque d'eau froide, la quantité correspondante d'eau chauffée à la plus haute température passe dans le vaporisateur.

Cette translation se produit automatiquement par le fait du rétablissement des niveaux et grâce à la libre communication entre les réchauffeurs et le générateur de vapeur.



Unité motrice d'extrémité portant les réchauffeurs.
Entrée des gaz chauds.

On peut conclure de ce qui précède :

a) Que toute la surface de chauffe du générateur se trouve en contact avec de l'eau qui a déjà la température de vaporisation. En d'autres termes, toute la surface de chauffe du générateur de vapeur sert à transformer l'eau en vapeur, alors que dans la chaudière de la locomotive ordinaire, cette surface a deux fonctions.

La partie basse de cette surface sert à réchauffer l'eau jusqu'à la tem-

pérature de vaporisation et la partie supérieure restante sert seule à transformer l'eau en vapeur ;

b) Que les réchauffeurs fonctionnent jusqu'à la température correspondante à la pression de travail du générateur de vapeur et utilisent en même temps les calories restantes tant dans la vapeur d'échappement que dans les gaz de la combustion ;

c) Qu'en portant l'eau dans les réchauffeurs à la température de vaporisation du générateur de vapeur, les sels contenus dans l'eau se déposent sur le fond des réchauffeurs, de sorte que le générateur de vapeur est affranchi des incrustations ;

d) Que les réchauffeurs et la quantité d'eau qu'ils contiennent constituent un poids notable et constant, qui offre la possibilité de rendre motrices, d'une façon réellement efficace, les deux unités d'extrémité en augmentant le poids adhérent de la locomotive.

II. — *Description du générateur de vapeur de la locomotive Franco*

Les techniciens connaissent l'existence de la chaudière Fairlie, formée d'un foyer central métallique, commun à deux corps cylindriques opposés contenant des tubes à fumée.

Mais ni la chaudière Fairlie, ni aucun type de chaudière connue jusqu'à maintenant, ne présentent les caractéristiques du générateur de vapeur de la locomotive décrit ci-après. En fait la « Société Locomotive Franco » possède des brevets pour ce générateur de vapeur dans tous les pays qui en ont fait l'examen.

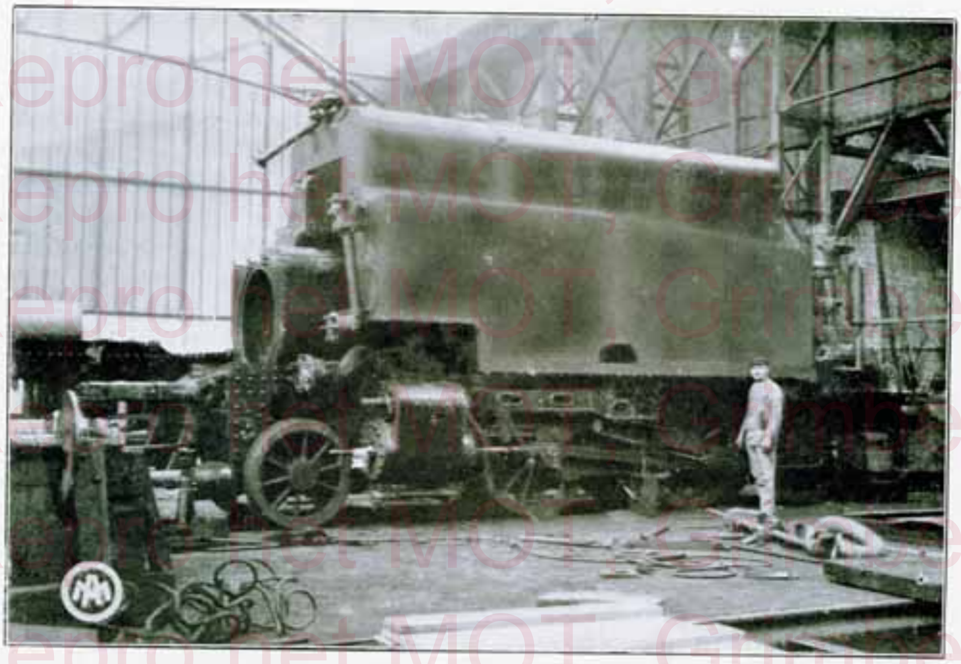
Plan 2. Le plan n° 2 représente l'ensemble du générateur de vapeur de la locomotive Franco. De l examen de ce plan ressortent les caractéristiques de ce générateur qui consistent .

1° Dans le fait que les parois transversales de la boîte à feu centrale métallique sont d'une largeur telle qu elles permettent de contenir chacune aussi bien le corps cylindrique renfermant les tubes à fumée, qu'une porte pour le chargement du charbon dans le sens longitudinal ,

2° Dans le fait que le foyer métallique est divisé dans le sens longitudinal en deux chambres de combustion distinctes moyennant deux parois métalliques longitudinales constituant lame d'eau.

L importance de ces caractéristiques au point de vue de leur application à la locomotive résulte de ce qui suit

La locomotive Fairlie à la porte de chargement de charbon située sur les parois longitudinales mais l'expérience a démontré qu'il est impossible d'utiliser une telle chaudière pour la locomotive parce que, au-dessus



Unité motrice d'extrémité

d'une certaine puissance, l'espace dans la cabine, dans le sens de la largeur devient trop petit. Il n'est donc plus pratiquement possible de charger le charbon et de nettoyer le feu.

Le fait d'avoir disposé les portes sur les parois transversales du foyer à côté des corps cylindriques contenant les tubes à fumée, résout une question fondamentale qui est celle de donner au personnel de la machine la possibilité de charger aisément le charbon et de bien nettoyer le feu.

En outre, la division du foyer en deux parties au moyen des parois longitudinales présente les avantages suivants :

a) Augmentation de la surface de chauffe directe ;

b) Augmentation de la circulation d'eau ;

c) Indépendance du tirage des gaz de la combustion à travers les tubes à fumée des 2 corps de chaudière faisant face au foyer métallique ;

d) Réduction notable des dimensions des voûtes en briques réfractaires et possibilité de nettoyer une grille alors que l'autre est en fonctionnement.

Conclusions

Plans 1 et 2. Des plans 1 et 2 et des descriptions ci-dessus il résulte :

1° Que le générateur de vapeur de la locomotive Franco permet de réaliser, à une égalité de diamètre du corps cylindrique contenant le tube à fumée, une section de passage des gaz de la combustion double de celle de la locomotive ordinaire. Il s'en suit évidemment (pour une même vitesse des gaz de la combustion et mêmes dépressions dans la chambre à fumée et même diamètre de corps cylindrique) la possibilité de brûler une quantité horaire double de combustible ;

2° Que la surface de chauffe et la circulation d'eau de ce générateur sont d'une efficacité supérieure à celle de la locomotive ordinaire ;

3° Que l'eau d'alimentation de ce générateur se trouve déjà à la température de vaporisation à la pression de travail. Cette eau ne contient plus de sels qui sont déjà précipités dans les réchauffeurs ;

4° Enfin que ce générateur permet d'utiliser deux chauffeurs avec l'avantage qui en résulte au sujet de la puissance et de l'économie pouvant travailler indépendamment l'un de l'autre sans gêne réciproque.

Des points 1, 2, 3 et 4 ci-dessus, on peut conclure

a) Que, à parité de dépression dans la chambre à fumée, l'efficacité de la surface de chauffe du générateur de vapeur de la locomotive Franco est supérieure à celle de la chaudière de la locomotive ordinaire ,

b) Que la locomotive Franco peut réaliser vis-à-vis de la locomotive ordinaire, une économie de combustible notable ,

c) Que les frais ordinaires et extraordinaires d'entretien sont notablement réduits (suppression des incrustations, moindre différence de dilatation du fait des tubes à fumée courts, etc.) ;

d) Que la locomotive Franco peut rester en service continu pendant un temps beaucoup plus considérable que la locomotive ordinaire. Ceci résulte d'une plus grande facilité de travail des chauffeurs qui, à égalités de puissance de la chaudière ordinaire, doivent charger une quantité de charbon moindre et nettoyer une grille plus petite et d'une forme plus rationnelle. En plus les tubes à fumée ne sont pas sujets à obstruction comme cela existe avec la locomotive actuelle.

Comme conclusion, le générateur de la locomotive Franco résout le problème suivant, d'une importance considérable et qui jusqu'ici n'était pas résolu.

Il augmente la quantité horaire de vapeur surchauffée produite ; réalise une économie de combustible et de manutention, et rend possible un plus grand nombre d'heures de service continu, sans augmenter le

poids et sans introduire des modifications dans la structure organique de la locomotive. Ce dernier point est important car l'expérience a démontré que la chaudière actuelle de la locomotive, eu égard au service qu'on attend d'elle est nettement supérieure sous tous les rapports à tous les types de chaudières connus jusqu'à ce jour.

De plus, étant donné la forme rationnelle de son foyer et la proximité des soutes à combustible on peut appliquer, avec la plus grande facilité, n'importe quel système mécanique d'alimentation du feu.

Les mêmes avantages facilitent l'utilisation de toute espèce de combustibles soit solides, soit fluides.

III. *Description de l'accouplement articulé de la locomotive « Franco »*

Plan 3. L'accouplement, représenté par le plan 3, est constitué de rotules et de bielles articulées, permettant aux unités constitutives de la locomotive, un déplacement respectif dans toutes les directions, sauf dans le sens longitudinal.

Les repères 1 et 2 indiquent en plan et en élévation deux châssis. Aux traverses extrêmes 3 et 4 du châssis 1 sont respectivement articulées à une de leurs extrémités, les biellettes 6 égales entre elles, mais de directions opposées.

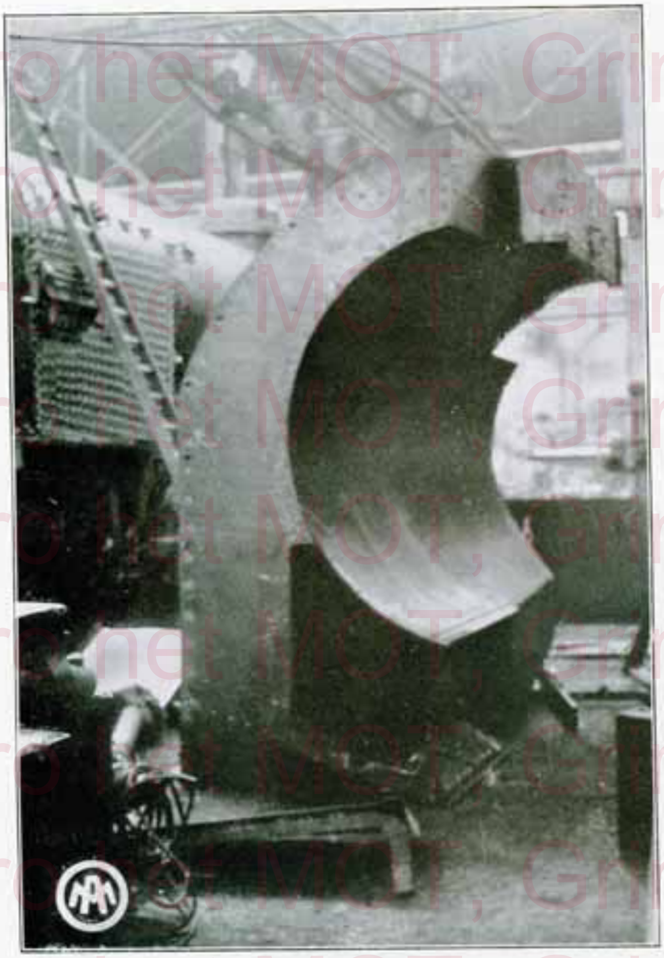
Les biellettes 6 sont reliées en leurs milieux aux oreilles 12 du pivot 14 par l'intermédiaire d'axes. A ce pivot 14 vient s'articuler l'extrémité rigide du châssis 2 par l'intermédiaire d'un coussinet 16 à surface intérieure cylindrique et extérieure sphérique.

Les ressorts à double effet indiqués par le repère 10 servent à amortir les oscillations de lacet des véhicules durant la marche.

On peut également voir au plan précité que à chacune des trois unités A, B, C est assurée la liberté et l'indépendance des mouvements et particulièrement des mouvements de lacet de sorte que ces unités peuvent prendre toutes les positions latéralement et parallèlement à l'axe longitudinal de la voie.

De ce fait, l'accouplement articulé reproduit en ce qui concerne les mouvements relatifs des châssis, la situation ancienne mais rationnelle d'un groupe réuni par crochet de traction avec l'avantage que la réaction incertaine et variable des tampons frottants l'un contre l'autre sous l'action des ressorts, est remplacée par une réaction exactement réglable et constante d'un ressort de rappel 10 à double effet.

L'accouplement articulé décrit ci-dessus présente en outre l'avantage d'une grande docilité de mouvement indispensable pour réaliser de grandes



vitesses, alors que les grandes vitesses sont impossibles avec les locomotives articulées connues jusqu'à ce jour Dans ces dernières il y a des surfaces de contact et de frottement sur lesquelles se décharge une partie du poids d'un des châssis articulés alors que dans la locomotive Franco chaque unité portant son propre poids est indépendante de l'autre et de tous ses mouvements sans que toutefois le moindre mouvement longitudinal de rapprochement et de d éloignement des unités voisoines soit permis

Une des soutes à combustible

B. Locomotive « FRANCO » à deux unités motrices

Plan 4. Le plan n° 4 représente une locomotive à deux unités motrices

Le mode de fonctionnement de ce type de machines est le même que celui des locomotives à 3 châssis moteurs.

L alimentation du foyer quand il s agit de locomotives à puissance limitée, se fait alors par un seul chauffeur

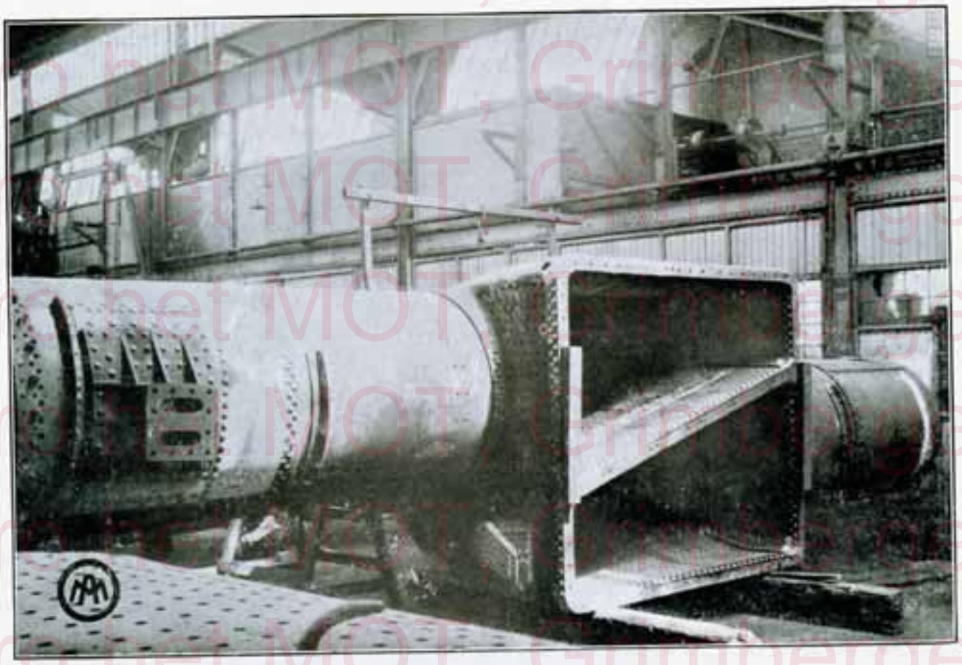
On peut cependant construire des machines à 3 unités de faible puissance, alimentées par un seul chauffeur Dans ce cas, le foyer central du vaporisateur n est plus séparé par les parois métalliques longitudinales

C. — Chaudière « FRANCO » pour locomotive ordinaire

Plan 5. L'emploi d'une chaudière du type Franco est possible sur la locomotive du type ordinaire.

La substitution du système Franco au système ordinaire est d autant plus intéressante que dans ce cas, la chaudière Franco confère à la machine ainsi transformée tous ses nombreux avantages.

Le plan n° 5 représente une chaudière du type ordinaire et sa remplaçante du type Franco.



Chaudière vaporisatrice en montage
Cette reproduction montre la séparation de la boîte à feu par une double paroi formant lame d'eau. On peut voir également les deux corps cylindriques opposés

Avantages que la locomotive à vapeur « FRANCO » présente en comparaison de la machine à vapeur ordinaire et des locomotives Mallet et Garratt.

—

A. — Economie de combustible.

Dans la locomotive à vapeur ordinaire, les produits de la combustion sortent de la cheminée à une température variant de 320 à 400°

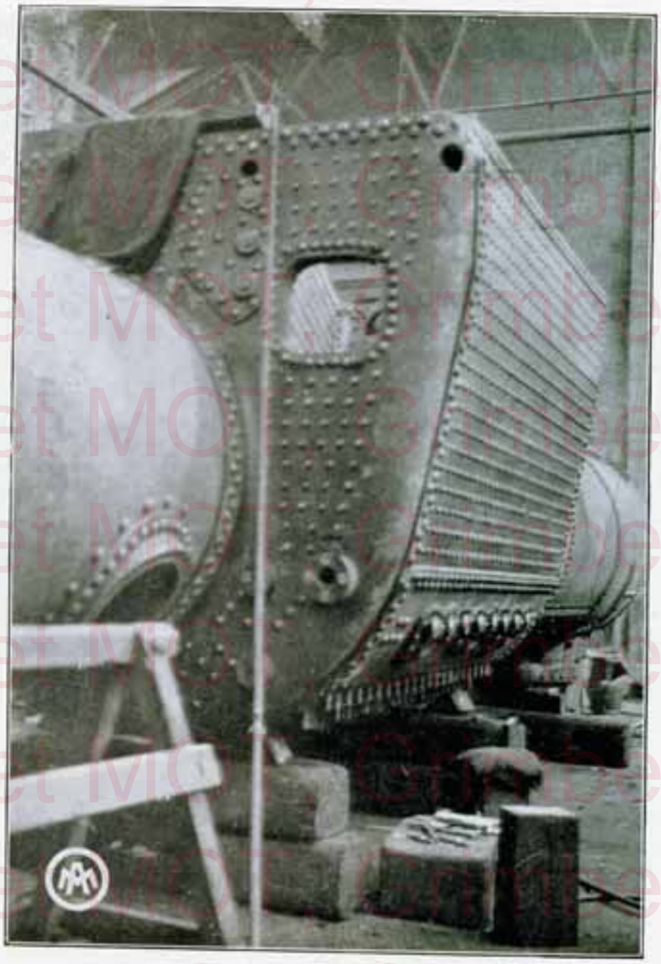
Dans la locomotive Franco au contraire, les gaz chauds sont utilisés jusqu'à une température variant de 200 à 240° Ceci résulte à la fois des calculs d établissement faits avec le plus grand soin et des résultats d expérience sur une locomotive à marchandises de 3.000 chevaux.

En plus, la récupération de chaleur de la vapeur d'échappement amène l'eau d'alimentation d'une façon à peu près constante à 100° et après le passage de celle-ci autour du faisceau tubulaire du réchauffeur à gaz, sa température varie de 150 à 180°

Ces chiffres résultent encore des expériences faites sur la machine précitée.

On pourrait objecter que les locomotives modernes sont munies de réchauffeurs d'eau d'alimentation à vapeur d'échappement.

Néanmoins, les dimensions réduites de ces appareils ne leur permettent pas d'avoir l'efficacité qu'on pourrait en attendre. La grande surface de chauffe du réchauffeur à vapeur Franco qui correspond au triple de la surface des réchauffeurs normalement employés sur les locomotives ordinaires assure une récupération convenable.



Vue de la boîte à feu et de la porte de foyer

Il y a lieu de faire remarquer ici qu'il serait difficile, sinon impossible de disposer des réchauffeurs à vapeur Franco sur des locomotives du type normal.

Dans la locomotive Mallet, l'utilisation des calories du charbon chargé sur la grille, est inférieure à celle de la locomotive ordinaire

Dans la locomotive Garatt cette utilisation est meilleure que dans la

locomotive Mallet ; mais, par suite de la disposition d'ensemble de la Garatt, cette utilisation n'est pas supérieure à celle de la locomotive ordinaire.

En effet, au point de vue thermique, il n'existe aucune différence entre ces locomotives et la locomotive ordinaire.

L'avantage thermique indirect qui résulte dans la locomotive Garatt à égalité de surface de chauffe d'un faisceau tubulaire plus court est contrebalancé par la longueur excessive des tuyaux de vapeur vive et d'échappement et par la grande augmentation de l'espace mort des grilles.

Cet avantage est d'ailleurs limité aux locomotives d'une puissance non élevée.

En fait, il existe des Garatt dont la longueur du faisceau tubulaire dépasse 4.500 mm., alors que la locomotive Franco peut réaliser une puissance plus que double, et, pour fixer les idées, de 4.000 chevaux continus, sans dépasser une longueur de 3.600 mm.

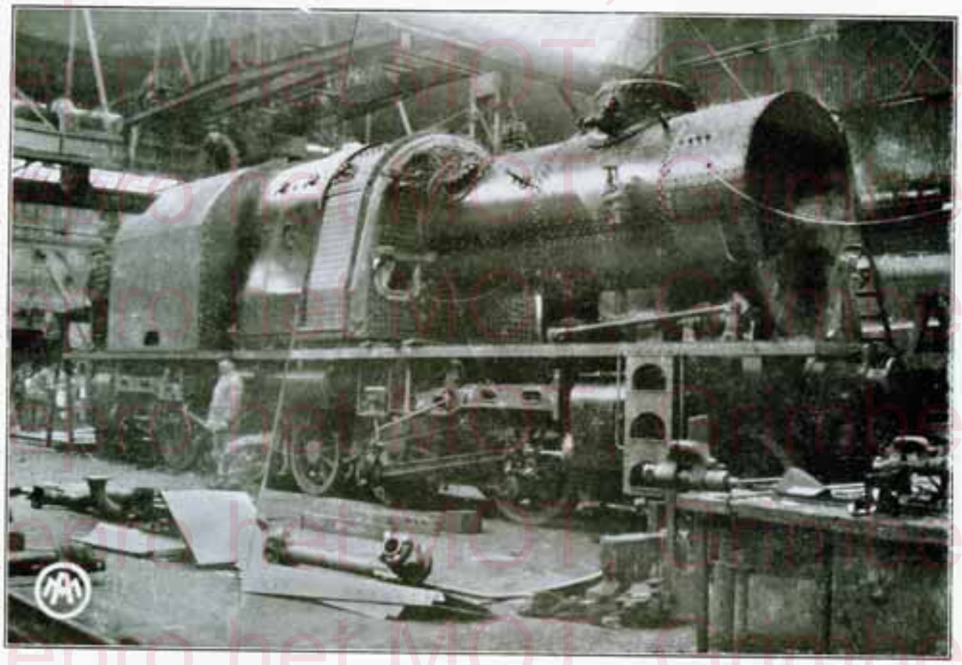
La locomotive Franco donne, à égalité de dépression dans la boîte à fumée, une notable économie de charbon sur les machines précitées.

Elle ne tient pas compte des autres perfectionnements qui peuvent être appliqués à la locomotive Franco tels que le Compoundage, la haute pression, la plus haute surchauffe, etc... et pour l'application desquels la locomotive Franco est particulièrement bien appropriée.

Cette économie est théoriquement inférieure à celle que l'on pourrait obtenir dans la locomotive à moteur à explosion et à turbine à vapeur. Mais le prix de revient plus élevé de l'unité de puissance de ces locomotives, leur complication, la dépense d'énergie des organes auxiliaires, les plus fortes dépenses d'entretien et les inconnues du fonctionnement donnent lieu à un ensemble de dépenses qui neutralise l'économie théorique envisagée.

A notre avis, la première condition à laquelle doit satisfaire un nouveau type de locomotive pour conquérir le marché international est celle de réaliser des avantages considérables sans sacrifier le degré de simplicité et de sûreté de fonctionnement qui caractérise la locomotive à vapeur actuelle. La locomotive à vapeur, malgré la diffusion dans d'autres domaines de toutes sortes de machines et de chaudières, est restée rigidement renfermée en elle-même, justement pour ne pas renoncer à cette simplicité et sûreté de fonctionnement que doit avoir une machine destinée à un service si important que celui des chemins de fer

Il ne serait donc pas pratique de condamner la chaudière à tubes de fumée et la machine à piston, et la locomotive Franco est là pour démon-



Unité centrale en montage
On aperçoit la boîte à feu avec la porte de foyer latérale au corps cylindrique

trer que sans s'éloigner des principes généraux de la locomotive ordinaire à vapeur il est possible de réaliser des avantages considérables

B. Incrustations.

Les incrustations sur les parois métalliques constituent la cause principale des avaries et de détérioration de la chaudière. Beaucoup d'essais ont été faits pour solutionner cette question mais jusqu'à présent ces essais n'ont pas donné de résultats effectifs

La locomotive Franco résout la question Ce qui signifie

1° Conservation plus longue de la chaudière ,

2° Diminution considérable des frais d'entretien ;

3° Utilisation annuelle plus grande de la machine ;

4° Ecomonie de combustible.

C. — Projections à l'extérieur de poussière de charbon.

Dans la locomotive Franco, cette projection à l'extérieur est considérablement diminuée. La quantité et la grosseur des escarbilles qui passent par les tubes à fumée varient en fonction de la vitesse des gaz dans les tubes. La vitesse des gaz dans les tubes à fumée des réchauffeurs de la locomotive Franco est inférieure à peu près de moitié à la vitesse des gaz dans les tubes à fumée du vaporisateur ; de ce fait la plupart des escarbilles sont recueillies à la sortie des faisceaux du vaporisateur. Il en résulte :

1° La suppression du désagrément quelquefois notable pour les voyageurs ;

2° La possibilité de récupérer une partie notable des escarbilles ;

3° La possibilité d'éviter dans une large mesure les incendies provoqués par ces projections, sans devoir recourir aux dispositifs spéciaux actuels qui, par le fait de la résistance à l'échappement, diminuent le rendement du mécanisme.

D. — Conduite du feu.

Depuis son origine la puissance de la locomotive ordinaire est devenue de plus en plus grande, mais les bras du chauffeur ne sont pas changés. Le travail du chauffeur est devenu de plus en plus dur , plus il doit charger de charbon sur la grille, moins il a le temps de régler le feu et de nettoyer la grille. De ce fait la consommation de charbon augmente , la grille s'obstrue et après quelques heures de marche la locomotive se trouve dans l'impossibilité de continuer économiquement son service.

La locomotive Franco réalise la possibilité du travail simultané de deux chauffeurs, chacun d'eux ayant à puissance égale à charger et à entretenir sur la grille moins de la moitié du charbon qui, dans la locomotive ordinaire, doit être chargé et entretenu par un seul chauffeur Dans la locomotive actuelle l emploi de deux chauffeurs est pratiquement impossible. L emploi de deux chauffeurs pour la conduite du feu est résolu dans la locomotive Franco.

La division du foyer en deux chambres de combustion distinctes et l'emploi de deux chauffeurs rendent possible de nettoyer une des grilles pendant que l'autre est en fonctionnement. Ce point est très important pour maintenir une bonne température de la couche incandescente et par conséquent une bonne vaporisation

Enfin la disposition du double foyer est avantageuse au point de vue des voûtes en briques qui sont de dimensions réduites et qui se comportent mal lorsqu'elles sont trop grandes.



Cabine de l'unité centrale

Il reste entendu que la locomotive à double foyer et à 3 châssis moteurs ne s'applique qu'à la réalisation de puissances notables par rapport à la charge admise par essieu moteur

Lorsque la grille ne dépasse pas une surface de 4 m² 50 à 5 m² la locomotive Franco peut être munie d'un foyer unique avec double faisceau tubulaire.

Le foyer est desservi alors par un chauffeur

Enfin, la locomotive Franco à deux unités motrices est desservie par un seul chauffeur comme dans le cas de la locomotive actuelle.

E. — Surchauffe de vapeur

Dans la locomotive actuelle, la considération de l'économie de combustible rendent plus difficile une plus grande élévation de température de surchauffe, car les gaz chauds sont obligés de sortir du faisceau tubulaire à une température relativement basse.

Dans la locomotive Franco on peut récupérer les calories sortant du faisceau tubulaire du vaporisateur dans les chaudières de réchauffage.

On pourra donc, sans inconvénient au point de vue de l'économie, envisager des surchauffes plus fortes

F. — Compoundage et distribution perfectionnés.

La locomotive Franco peut être à simple expansion, mais elle se présente d'une façon particulièrement avantageuse pour la réalisation du dispositif à double expansion.

En effet, dans le cas de la locomotive à 3 unités motrices les 4 cylindres de l'unité centrale sont à haute pression et chacun des deux cylindres des unités extrêmes sont à basse pression. Il en résulte que les conduites articulées de vapeur entre les unités motrices ne contiennent plus de vapeur à haute pression. Enfin le dispositif Compound ne présente pas plus de complexité que le dispositif à simple expansion Seul le diamètre des cylindres varie.

Dans le cas de la locomotive à 2 unités motrices, c'est l'unité portant le réchauffeur qui en fait constitue le tender qui porte les cylindres à basse pression. Le Compoundage peut donc être réalisé dans ce type de locomotive avec la même facilité que dans le type à 3 unités motrices.

On peut encore appliquer à la locomotive Franco des distributions perfectionnées permettant des faibles admissions sans étranglement de vapeur

G. — Utilisation du capital locomotive.

Les différents dépôts de locomotives distribués le long des lignes sont dus, en grande partie, à la nécessité de changer la locomotive incapable de continuer, à cause de l obstruction d'une partie des tubes à fumée et de l'encrassage de la grille.

En examinant le plan d ensemble de la locomotive, on voit que dans la locomotive Franco les dangers d obstruction de la grille et des tubes à fumée sont évités , de ce fait, la locomotive Franco est capable d effectuer un parcours beaucoup plus considérable que la locomotive ordinaire.

Cet avantage nous semble d'une importance capitale en ce qui concerne les réseaux sur lesquels de grandes distances sont à parcourir à travers des régions souvent dépourvues de centres habités. Les dépôts de locomotives exigent des ouvriers, des machines et des outils, tout au moins pour les réparations ordinaires. La possibilité de réduire de moitié l'échelonnement de dépôts le long de la ligne constitue donc un avantage très notable.



Remplissage des soutes à eau

H. — Utilisation des voies actuelles.

La locomotive ordinaire à vapeur a atteint un poids par essieu et par mètre courant qui est à peu près un maximum compatible avec la superstructure de la ligne et des ouvrages d art.

On peut se demander si l organisme de la locomotive ordinaire à vapeur permet des augmentations de puissance et de poids adhérent ultérieures, sans obliger au renouvellement des voies Les faits prouvent que la réponse est négative car, malgré tous les efforts de la technique pour réussir à tirer de l organisme de la locomotive ordinaire un effet utile plus grand, on est obligé, pour aller plus loin avec la puissance et le poids adhérent, de changer la superstructure des voies, de renforcer les ouvrages d'art, ou d électrifier Ces travaux obligent à immobiliser des capitaux considérables La locomotive Franco permet de doubler la puissance et le poids adhérent sans changer la voie.

De là, il résulte

1° La possibilité d éviter les immobilisations énormes qu'exigent l'électrification ou le changement de la voie ,

2° La réduction du prix de revient de la tonne-kilomètre ou du voyageur-kilomètre ,

3° La solution de tous les problèmes qui se posent actuellement à toutes les compagnies de chemins de fer à grand trafic, y compris les chemins de fer coloniaux, sans chance d aboutissement avec les locomotives actuelles.

I. — Poids adhérent de la locomotive.

L'augmentation du trafic et des exigences du public impose des augmentations continuelles dans la formation des trains et dans le poids des voitures, d'où la nécessité d'augmenter le poids adhérent de la locomotive.

La locomotive Franco dispose d'un poids adhérent considérable , elle permet donc de fortes accélérations, c'est-à-dire la possibilité d'augmenter la vitesse commerciale sans augmenter ni la vitesse de pleine allure, ni le coefficient de freinage actuel. La possibilité de fortes accélérations est particulièrement avantageuse dans le cas des trains omnibus et de marchandises qui constituent environ 80 % du trafic, et sont la cause de la congestion de bien des artères de chemins de fer, la vitesse commerciale devenait très faible à cause des arrêts fréquents.

J. — Adhérence.

L'expérience a démontré qu en répartissant la puissance sur plusieurs essieux, on augmente la valeur de l'adhérence. La locomotive Franco à deux ou trois unités motrices possède un nombre d'essieux moteurs plus considérable que la locomotive ordinaire. Normalement et dans les types courants, le nombre d essieux moteurs varie de 8 à 10, il peut être plus considérable dans les super Franco Cette disposition régularise la résultante des couples moteurs, de sorte qu'au point de vue de la constance de l'effort de traction, la locomotive Franco peut être comparée à une locomotive électrique des plus perfectionnée.

Il en résulte aussi la réduction du poids par cylindre individuel et, de ce fait, un martelage moindre sur les rails, une réduction de la poussée sur les bielles par suite du diamètre plus petit des pistons et enfin une régularité plus grande de l'échappement.

K. — Accouplement des essieux entre eux.

Si nous nous reportons au tableau de Strahl ci-dessous qui donne le coefficient *a* de la résistance par tonne de charge, par essieu couplé en fonction du degré d'accouplement et du nombre de cylindres



Locomotive au cours des essais en pleine voie

TABLEAU

$a = 5,8$	pour	locomotive	à 2	essieux accouplés	et	2	cylindres.
$a = 6$	»	»	2	»	»	4	»
$a = 7,3$	»	»	3	»	»	2	»
$a = 7,5$	»	»	3	»	»	4	»
$a = 8,4$	»	»	4	»	»	2	»
$a = 8,6$	»	»	4	»	»	4	»
$a = 9,3$	»	»	5	»	»	2	»
$a = 9,5$	»	»	5	»	»	4	»

nous voyons que c'est une erreur de se formaliser de l'augmentation du nombre de cylindres, mais que c'est une erreur baucoup plus considérable de négliger l'accroissement du nombre d'essieux accouplés.

Ce tableau démontre que le fait de doubler le nombre de cylindres influe sur la résistance de la locomotive dans la proportion de 3 % alors que le fait de passer par exemple de deux essieux accouplés à quatre essieux accouplés influe sur la résistance dans la proportion de plus de 40 %.

La plus grande partie de la résistance due à l'accouplement d'un plus grand nombre d'essieux n'a pas comme unique effet d'augmenter la consommation de vapeur par cheval, mais a comme conséquence grave d'augmenter l'usure des bandages et du champignon des rails.

L. — Frais d'entretien de la voie.

On peut estimer les frais moyens de la voie comme variant entre 4 et 7 % des frais généraux totaux d'exploitation. Ces frais d'entretien proviennent spécialement :

1° Des sollicitations de la voie résultant des mouvements perturbateurs de la machine ;

2° Des altérations aux joints des rails dues aux charges roulantes des essieux accouplés et de l'usure des rails d'autant plus grande que le poids et le nombre d'essieux couplés sont plus considérables.

En fait, pour obtenir avec la locomotive ordinaire une augmentation de puissance et de poids adhérent, on est obligé d'aggraver les causes d'usure de la voie, c'est-à-dire d'augmenter les dimensions des cylindres fixés à l'avant libre de la machine, d'augmenter les masses à mouvement alternatif, les poids par essieu couplé et le nombre d'essieux couplés entre eux.

La locomotive Franco, comparativement à la locomotive ordinaire, réduit notablement les frais d entretien de la voie par le fait qu'à égalité de puissance

1° Le mécanisme réparti sur toute la longueur de la machine est constitué de cylindres de dimensions réduites et des faibles masses à mouvement alternatif ,

2° La charge par essieu couplé est plus faible ;

3° Le nombre des essieux accouplés entre eux est notablement réduit (2 à 2 pour la locomotive à voyageurs, 3 à 3 pour la locomotive à marchandises).

M. — Marche indifférente dans les deux sens.

Cette caractéristique élimine la dépense des plaques tournantes.

Dans la locomotive Franco, la condition de visibilité du rail opposé au mécanicien, à 15 mètres du tampon, est respectée alors que dans les puissantes locomotives modernes cette prescription est loin d'être réalisée.

N — Utilisation de l'outillage à du personnel actuel pour la construction et l'entretien de la locomotive « Franco ».

La locomotive Franco est composée d'organes similaires à ceux de la locomotive à vapeur ordinaire. Les mêmes pièces de réserve peuvent être



Locomotive remorquant un train de 1.200 tonnes

utilisées Aucun outillage nouveau n'est à créer dans les ateliers de construction de locomotives, le type de locomotive Franco utilisant les mêmes principes constructifs et organes que la locomotive ordinaire. Le personnel des ateliers ne doit être initié en aucune façon à la création d'un type tout à fait différent.

Il en est de même pour l'outillage des arsenaux et le personnel d'entretien des chemins de fer

O. — Locomotive « Franco » à trois unités motrices.

Il faut d abord débarrasser le terrain de l'équivoque que pourrait soulever l'emploi du terme « locomotive articulée » appliqué à la locomotive Franco

En utilisant l'expression « locomotive articulée », l'esprit de l'ingénieur se reporte évidemment tout de suite aux types existants qui sont les locomotives Mallet et Garratt.

Il n entre pas dans nos intentions de faire le procès de ces deux types de locomotives, mais l'état de la question est le suivant

Dans la locomotive Mallet, la chaudière et son bâti font corps avec le truck moteur arrière. Le truck moteur avant constitue un boggie sur lequel le corps cylindrique de la chaudière prend appui par un patin et auquel elle est unie par des dispositifs de rappel Cette disposition provoque durant la marche des perturbations continues dans la répartition du poids adhérent et aggrave les oscillations de la machine, ce qui oblige à recourir à des chaudières à faisceau tubulaire très long d où résulte une diminution de puissance de vaporisation par mètre carré de surface de chauffe et une diminution de rendement du mécanisme. En plus, sur les lignes à très fortes pentes, les dénivellations extrêmes du plan d'eau risquent de découvrir le foyer et l extrémité antérieure des tubes.

La locomotive Garratt est constituée par trois parties distinctes , une chaudière portée par un bâti et deux boggies moteurs sur lesquels se trouvent les soutes à approvisionnements et sur la partie extrême desquels repose, par ses extrémités, le bâti qui porte la chaudière.

Dans la locomotive Garratt, on ne rencontre pas les inconvénients signalés pour la locomotive Mallet, mais de la disposition même des trois parties constitutives de la locomotive Garratt découle ce qui suit .

1° Longueur excessive des tuyaux de vapeur vive et d'échappement ;

2° Diminution de la visibilité, difficulté du service de la grille et augmentation des espaces morts de celle-ci, de sorte qu'il fut nécessaire de recourir aux grilles mécaniques ,

3° Nécessité de recourir à une poutre qui augmente le poids unitaire de la chaudière sans avantager la puissance de celle-ci ;

4° Nécessité de soulever la poutre chaque fois qu on veut désaccoupler les deux trucks ,

5° Au point de vue thermique, aucune différence entre cette locomotive et la locomotive ordinaire.

La locomotive Franco est constituée de trois unités motrices distinctes qui portent chacune leur propre poids. Le joint articulé qui les réunit assure une complète indépendance de tous les mouvements relatifs de chaque unité. (Voir description et dessin.)

Rien n empêcherait de substituer à ce joint précité le système d accouplement usité entre la locomotive et le tender si l'accouplement articulé Franco ne constituait un perfectionnement du système actuel.

La vapeur d échappement nécessaire pour le tirage, passe directement des cylindres à la tuyère d échappement.

Pour désaccoupler les unités, il suffit d'enlever deux pivots.

La stabilité et la résistance de la locomotive Franco pendant la marche sont meilleures que dans la locomotive ordinaire, étant donnée la réparti-



Après les essais sur la voie du Luxembourg

tion de la puissance sur toute la longueur de la machine et le nombre réduit d essieux accouplés entre eux.

Le faisceau tubulaire de la locomotive Franco est beaucoup plus court que dans toutes les autres machines existantes, et les dénivellations du plan d eau ne sont pas à craindre.

On peut conclure que la locomotive Franco n est pas une locomotive articulée comparable aux machines existantes, mais l assemblage de trois organismes moteurs totalement indépendants qui se comportent comme les deux parties constitutives de la locomotive actuelle la machine proprement dite et le tender

On pourrait objecter les tubes articulés sous pression et ceux d'échappement. Indépendamment du fait de l'existence de milliers de locomotives à tubes articulés , toute la question réside dans l'exécution de ces pièces, sauf l ajoute de quelques ressorts, surtout pour empêcher les petites fuites qu on constate lorsque ces tubes ne sont pas soumis à pression

Il nous reste un mot à ajouter concernant la puissance telle que nous l'avons évaluée pour tous les groupes de locomotives Franco.

Pour réaliser une puissance déterminée, il ne faut pas dépasser certaines conditions de vitesse des gaz dans les tubes et par conséquent de dépression dans la boîte à fumée, ni dépasser les possibilités physiques du chauffeur

P. — Locomotive « Franco » à deux unités motrices.

Lorsque le poids adhérent demandé n'exige pas l'emploi de 8 à 10 essieux accouplés ou que la surface de grille ne dépasse pas des dimensions telles qu'elle peut être alimentée par un seul chauffeur, on peut adopter une locomotive Franco à deux unités motrices.

Ce type de locomotive est représenté au plan n° 4.

Elle constitue en fait une amélioration très notable du principe des locomotives à tender moteur.

Tout en conservant tous les avantages résultant de l'emploi de la chaudière Franco, économie des combustibles, affranchissement du vaporisateur des incrustations, l'emploi du réchauffeur assure à l'unité portant celui-ci, une adhérence convenable et suffisamment constante, ce qui n'est pas réalisé dans les locomotives à tender moteur ou dérivé.

Les soutes à charbon sont placées à l'avant de la machine sur l'unité portant le générateur à vapeur

La locomotive Franco à deux unités fonctionne normalement avec l'unité portant le vaporisateur en avant. Le mécanicien a donc une vue parfaite sur la voie.

On peut, tout comme dans la locomotive Franco à 3 unités, réaliser des locomotives très puissantes à deux unités.

Q. — La chaudière « Franco » remplaçant le générateur à vapeur de la locomotive ordinaire.

Il existe des cas où l'effort de traction et la puissance de la machine ne nécessite pas l'emploi d'une machine à deux ou à trois unités motrices. Il peut être intéressant cependant d'utiliser la chaudière Franco qui présente, comme nous l'avons démontré, de nombreux avantages. (Voir plan n° 5)

Cette disposition permet d'affranchir le générateur de vapeur des incrustations. La surface de chauffe totale est augmentée et le taux de vaporisation accru.

On remarque, au plan cité, la facilité avec laquelle le réchauffeur à gaz peut être déplacé pour permettre son lavage, son nettoyage et éventuellement sa substitution par un réchauffeur de réserve sans nécessiter l'immobilisation de la machine.



Sortie de la locomotive des usines de Tubize

On peut utiliser un réchauffeur à vapeur d'échappement ainsi qu'un appareil d alimentation, et même employer ceux qui sont déjà en service.

La substitution d'une chaudière Franco, conçue d après les dessins et description ci-dessus est presque toujours possible.



Inauguration de la locomotive

Locomotive « FRANCO » à marchandises de 3.000 chevaux

construite par la Division Locomotives de Tubize de la Société Anonyme « Les Ateliers Métallurgiques », Nivelles

Cette locomotive, dont le présent opuscule reproduit plusieurs aspects constitue la plus puissante locomotive à marchandises européenne à vapeur

Elle a été essayée sur la ligne du Luxembourg de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges, et a remorqué, sur des rampes continues de 16 mm par mètre, un train de 1214 tonnes à la vitesse de 24 km. à l'heure

C'est la résistance des attelages, qui est de 65 T à la rupture, qui a limité l'effort de traction

Nous donnons ci-après les caractéristiques principales de cette locomotive.

Type de locomotive C-I + I-B-I-B-I + I-C

Voie normale

Surface de chauffe du foyer	26 m^2 40
Surface de chauffe des tubes	225 m^2
Surface de chauffe totale du générateur de vapeur	251 m^2 40
Surface de chauffe des réchauffeurs	268 m^2
Surface de chauffe totale	519 m^2
Surface de chauffe du réchauffeur à vapeur d échappement	43 m^2 90
Surface de surchauffe	77 m^2 20
Surface de grille	6 m^2 50
Nombre de cylindres	8
Diamètre des cylindres	435 mm.
Course des pistons	650 mm.
Diamètre des roues motrices	1 m 370
Diamètre des roues porteuses	1 m.
Poids de la locomotive à vide	189 T
Poids de la locomotive en charge complète	248 T
Poids adhérent	163 T
Effort de traction $\frac{4 \; 0{,}75 \; pd^2 \; L}{D} =$	37.500 kg.
Volume des soutes à eau	35.600 litres
Capacité des soutes à charbons	9.000 kg
Longueur de la locomotive entre les faces extérieures des tampons	31 m
Vitesse maxima à l'heure	60 km
Rayon maximum des courbes que la locomotive peut parcourir	125 m.

Le plan 7 représente cette locomotive. Elle peut remorquer 1200 tonnes sur rampe de 16 mm. A titre de comparaison, nous indiquons sur le même plan une locomotive type 36 et une locomotive type 31 qui ensemble peuvent remorquer 1.150 tonnes sur la même rampe.

Le poids à vide de la locomotive Franco est de 189 tonnes, soit un poids de 157 kg à la tonne remorquée. Dans le deuxième cas, le poids total à vide des deux locomotives avec leur tender est de 223,4 tonnes ou 194 kg par tonne remorquée. On peut en déduire immédiatement l avantage considérable qu'il peut résulter de l emploi d'une locomotive Franco.

Locomotive à marchandises de 6.000 HP.

Cette locomotive particulièrement puissante est du type I-D-I + + I-H-I + I-D-I. Ses caractéristiques sont les suivantes :

Poids à vide	environ	306.000 kg
Poids en charge	environ	410 000 kg
Poids adhérent	environ	320 000 kg
Diamètre des roues motrices		1.350 m
Diamètre des cylindres HP (4 cylindres)		0.650 m
Diamètre des cylindres BP (8 cylindres)		0 650 m
Course des pistons		0 650 m
Effort de traction		67 000 kg
Vitesse maximum à l'heure		50 km
Timbre du générateur et des réchauffeurs		16 kg
Surface de chauffe totale du générateur		485 m²
Surface de surchaffe du générateur		185 m²
Surface de chauffe des réchauffeurs à gaz		485 m²
Surface de chauffe des réchauffeurs à vapeur d échappement		80 m²
Surface de chauffe totale des réchauffeurs		565 m²
Surface de grille du générateur		13.20 m²
Capacité totale des caisses à eau		60 T
Capacité totale des soutes à charbon		15 T

Il y a lieu de faire remarquer qu avec une charge de 20 T par essieu, on peut réaliser une locomotive dont l effort de traction peut atteindre 67 000 kg Cette locomotive est faite pour gabarit américain et pour attelage renforcé central. Le plan n° 6 représente cette locomotive.


La locomotive passe dans une courbe de 100 mètres de rayon

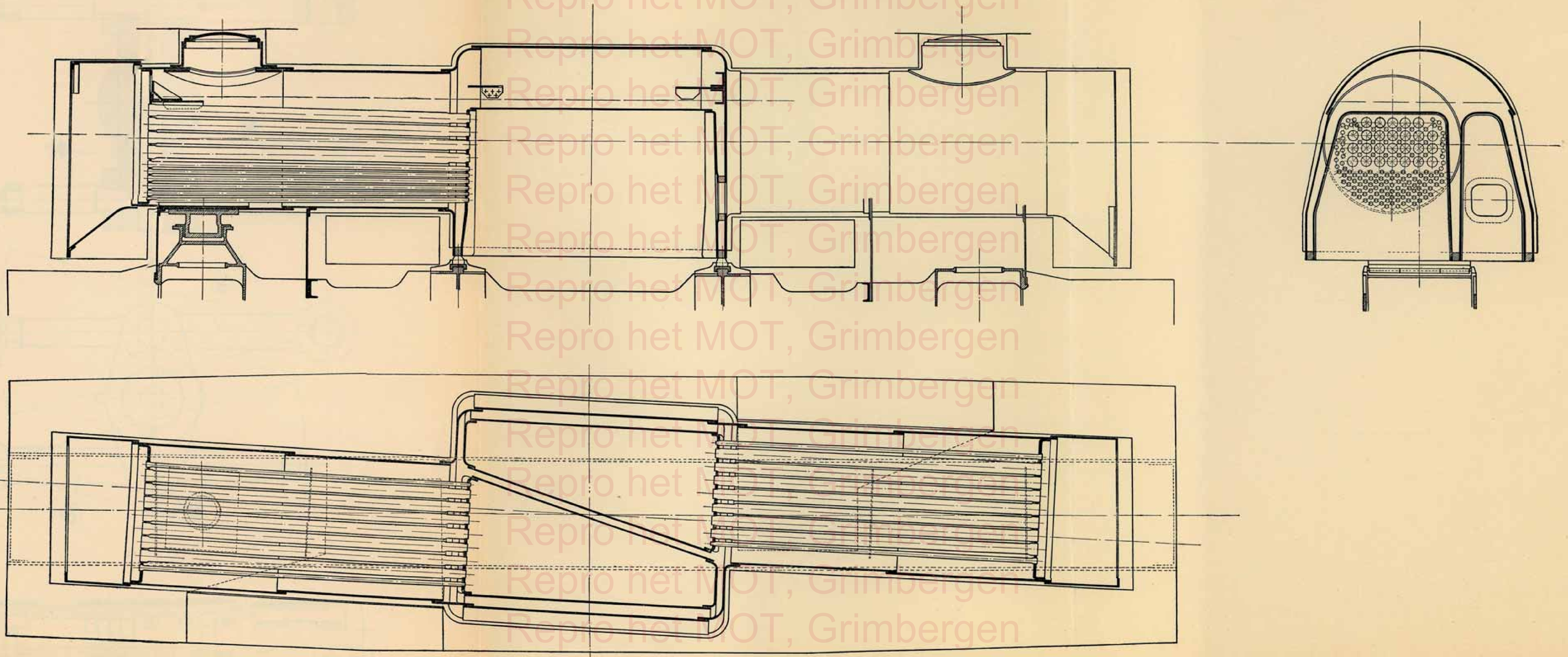
Locomotive « FRANCO COMPOUND » à 20 K°S de pression haute surchauffe de 4.000 HP.

Cette locomotive est représentée par le plan n° 8. Sa puissance dépasse de 30 % celle des plus fortes machines Mountain ou Mikado actuellement en service.

SCHEMA D'ENSEMBLE DE LOCOMOTIVE "FRANCO"

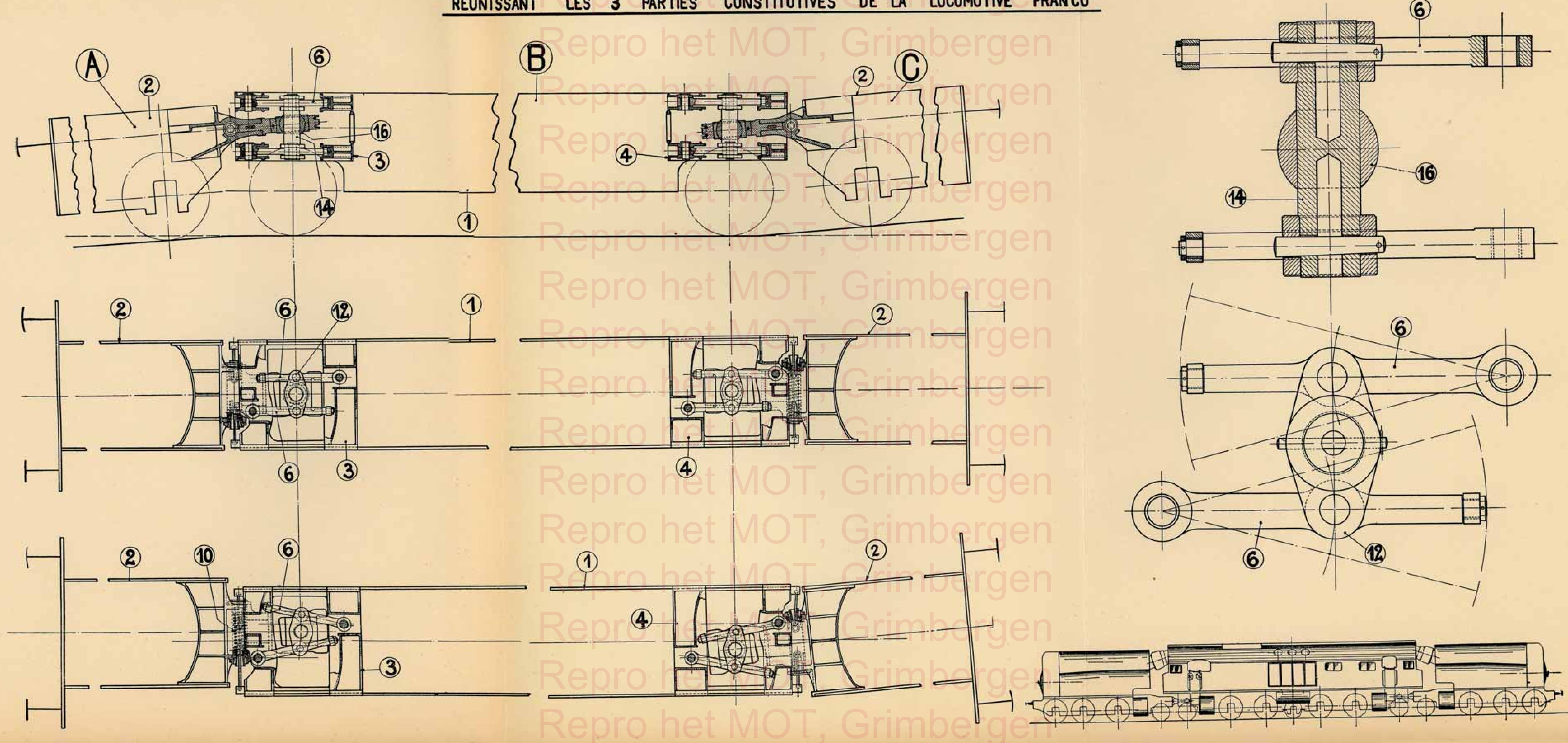


SCHEMA DU GENERATEUR DE VAPEUR "FRANCO"



SCHEMA DE L'ACCOUPLEMENT ARTICULE.

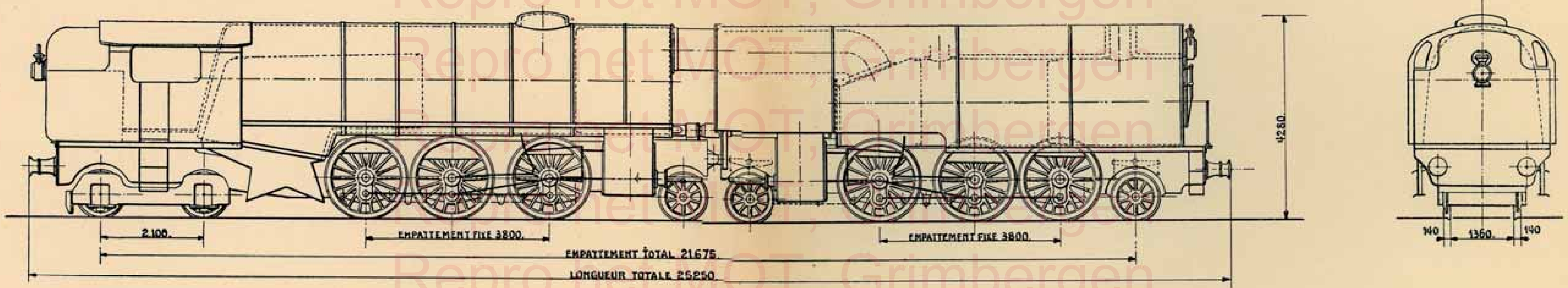
REUNISSANT LES 3 PARTIES CONSTITUTIVES DE LA LOCOMOTIVE FRANCO



LOCOMOTIVE COMPOUND A VOYAGEURS

TYPE 2.C.1+1.C.1.

ECHELLE: 1/100.



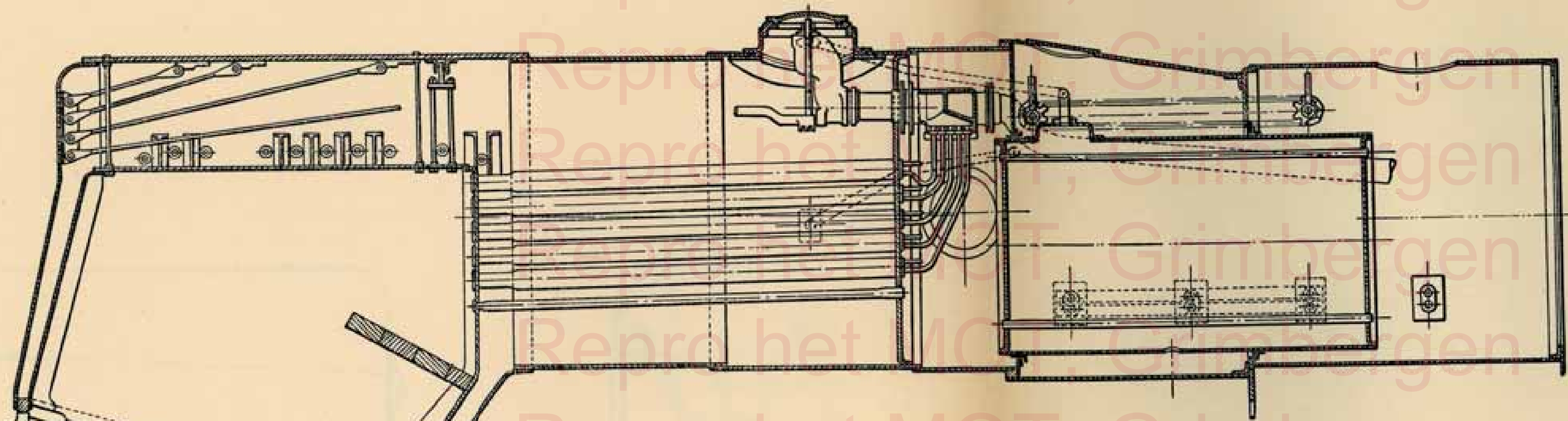
CARACTÉRISTIQUES

POIDS A VIDE. ENVIRON.	KGS	162400	SURFACE DE RECHAUFFEUR (NON COMPRIS CELLE DU RÉCHAUF	M²	225.
POIDS EN CHARGE. ENVIRON.	KGS	219000	A VAPEUR D'ECHAPPEMENT.)		
POIDS ADHÉRENT. ENVIRON.	KGS	126000	SURFACE DE GRILLE.	M²	5.50
DIAMETRE DES ROUES.	M.	1.700.	SURFACE DE SURCHAUFFE.	M²	70
TIMBRE.	KGS	17.	CAPACITÉ DES CAISSES A EAU.	M³	34
SURFACE DE CHAUFFE TOTALE.	M²	215	CAPACITÉ DES SOUTES A CHARBON.	M³	9.

— CHAUDIÈRE FRANCO RIGIDE. —

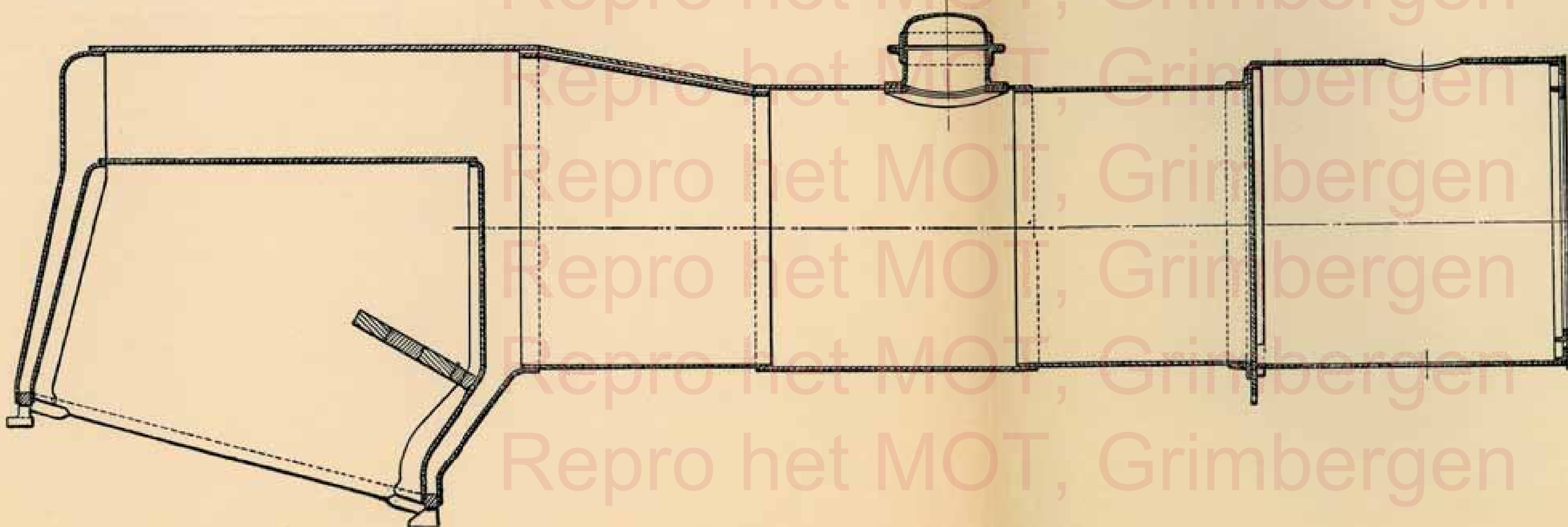
— ECHELLE: 1/40 —

— CHAUDIÈRE APRÈS TRANSFORMATION —



SURFACE DE GRILLE.	M^2	4.50
SURFACE DE CHAUFFE TOTALE DU GÉNÉRATEUR.	M^2	154.
SURFACE DE CHAUFFE TOTALE DU RÉCHAUF^R. A GAZ	M^2	130

— CHAUDIÈRE AVANT TRANSFORMATION. —

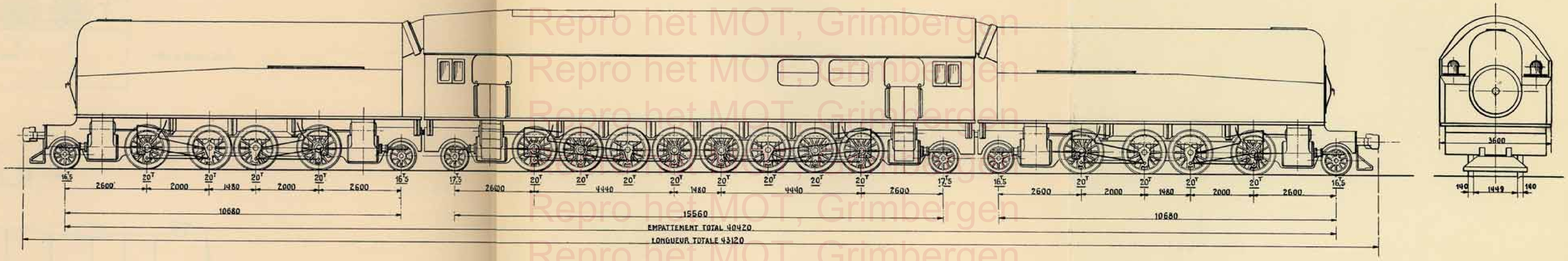


SURFACE DE GRILLE.	M^2	4.50
SURFACE DE CHAUFFE TOTALE	M^2	237

LOCOMOTIVE FRANCO COMPOUND A MARCHANDISES. (6000 HP.).

TYPE 1-D-1+1-H-1+1-D-1.

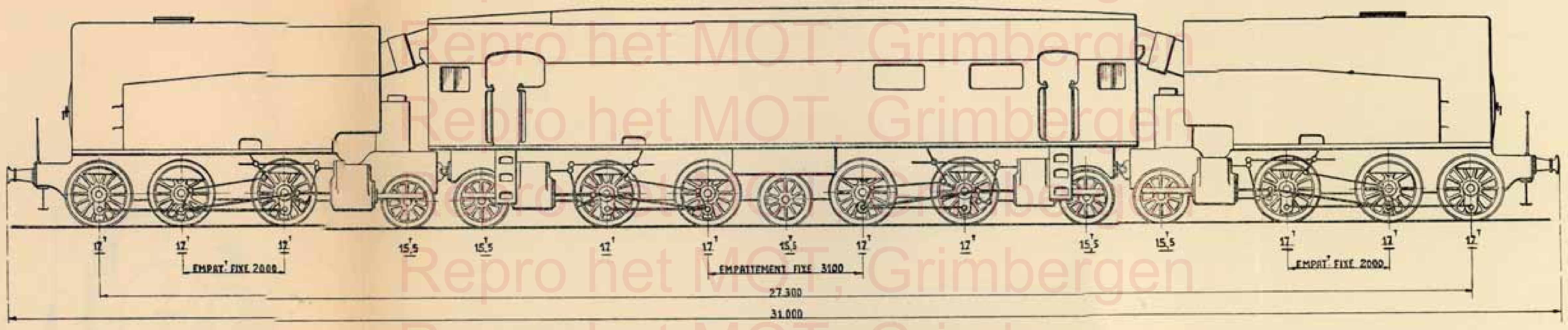
ECHELLE: 1/100.



— CARACTÉRISTIQUES. —

POIDS A VIDE. ENVIRON.	KGS	306.000.	TIMBRE DU GÉNÉRATEUR ET DES RÉCHAUFFEURS.	KGS	16.
POIDS EN CHARGE ENVIRON.	KGS	410.000.	SURFACE DE CHAUFFE TOTALE DU GÉNÉRATEUR	M^2	485
POIDS ADHÉRENT. ENVIRON.	KGS	320.000.	SURFACE DE SURCHAUFFE DU GÉNÉRATEUR.	M^2	185.
DIAMÈTRE DES ROUES MOTRICES	M.	1.350.	SURFACE DE CHAUFFE DES RÉCHAUFFEURS A GAZ.	M^2	485.
DIAMÈTRE DES CYLINDRES H.P. (4 CYLINDRES).	M.	0.650.	SURFACE DE CHAUFFE DES RÉCHAUFFEURS A VAPEUR D'ÉCHAPT	M^2	80.
DIAMÈTRE DES CYLINDRES B.P. (8 CYLINDRES).	M	0.650.	SURFACE DE CHAUFFE TOTALE DES RÉCHAUFFEURS.	M^2	565
COURSE DES PISTONS.	M	0.650.	SURFACE DE GRILLE DU GÉNÉRATEUR	M^2	13.20
EFFORT DE TRACTION	KGS	67000.	CAPACITÉ TOTALE DES CAISSES A EAU.	TON	60.
VITESSE MAXIMUM A L'HEURE.	KM	50	CAPACITÉ TOTALE DES SOUTES A CHARBON.	TON	15.

LOCOMOTIVE FRANCO A MARCHANDISES.



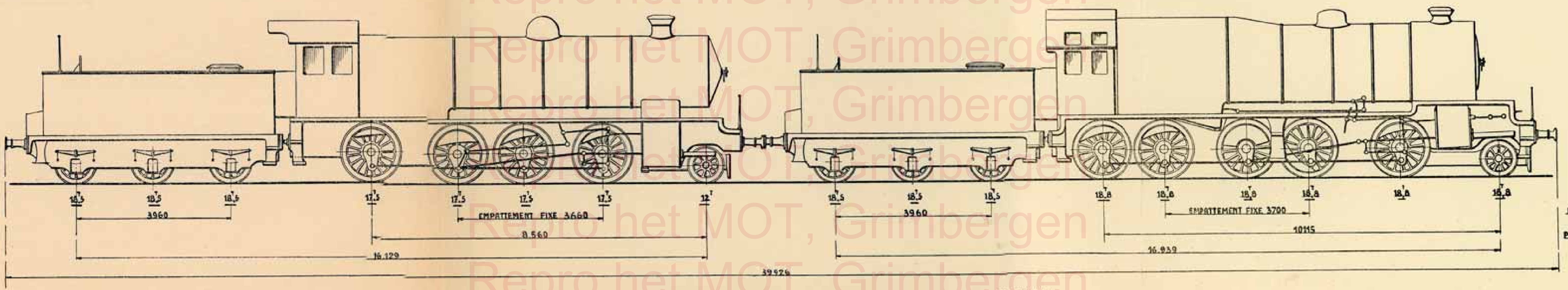
POIDS A VIDE - 189 T.

POIDS EN SERVICE 247 T 5

CHARGE REMORQUEE PAR LA FRANCO SUR LE PARCOURS SCHAERBEEK - LIBRAMONT = 1200 TONNES

LOCOMOTIVE TYPE 31

LOCOMOTIVE TYPE 36



POIDS A VIDE AVEC TENDER 99 T 4

POIDS EN SERVICE AVEC TENDER 137 T 5

POIDS A VIDE AVEC TENDER 124 T

POIDS EN SERVICE AVEC TENDER 165 T 1

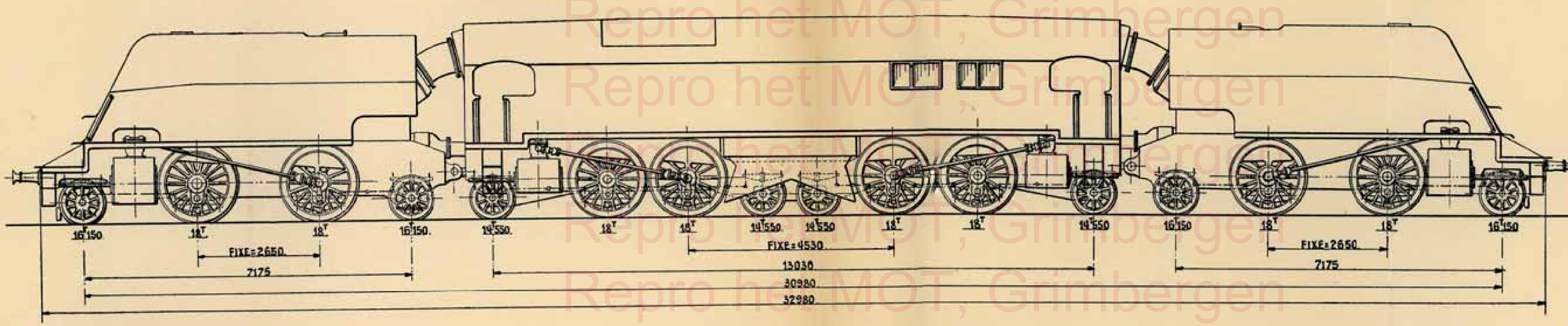
CHARGE REMORQUEE PAR UNE TYPE 31 ET UNE TYPE 36 SUR LE PARCOURS SCHAERBEEK - LIBRAMONT = 1150 TONNES

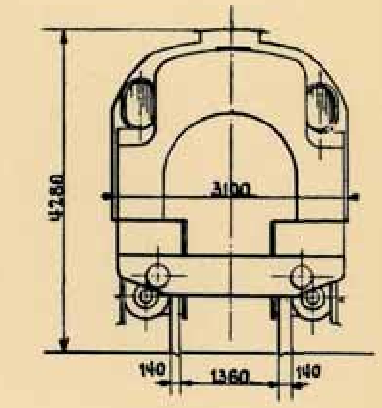
Plan 8.

— LOCOMOTIVE FRANCO COMMPOUND A VOYAGEURS —

— TYPE 1.B.1+1.B.2.2.B.1+1.B.1. —

— ECHELLE: 1/10030. —





— CARACTÉRISTIQUES —

POIDS A VIDE	ENVIRON.	KGS	209.400	TIMBRE DU GÉNÉRATEUR ET DES RÉCHAUFFEURS.	KGS.	17
POIDS EN CHARGE	ENVIRON.	KGS	266.800	SURFACE DE CHAUFFE TOTALE DU GÉNERATEUR.	M^2	273.
POIDS ADHÉRENT	ENVIRON.	KGS	144.000	SURFACE DE SURCHAUFFE DU GÉNERATEUR.	M^2	85,70.
DIAMÈTRE DES ROUES MOTRICES.		M	1650.	SURFACE DE CHAUFFE DES RÉCHAUFFEURS A GAZ.	M^2	224
DIAMÈTRE DES CYLINDRES	H.P.	M.	415	SURFACE DE GRILLE.	M^2	7.
	B.P.	M.	630			
COURSE DES PISTONS.		M	650	CAPACITÉ TOTALE DES CAISSES A EAU.	M^3	35
EFFORT DE TRACTION.		KGS	26.600	CAPACITÉ TOTALE DES SOUTES A CHARBON.	M^3	8.